



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 55 358 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:  
**G 01 C 22/00**  
G 01 C 19/56  
B 60 T 13/66

②1 Aktenzeichen: 198 55 358.7  
②2 Anmeldetag: 1. 12. 1998  
④3 Offenlegungstag: 8. 6. 2000

DE 198 55 358 A 1

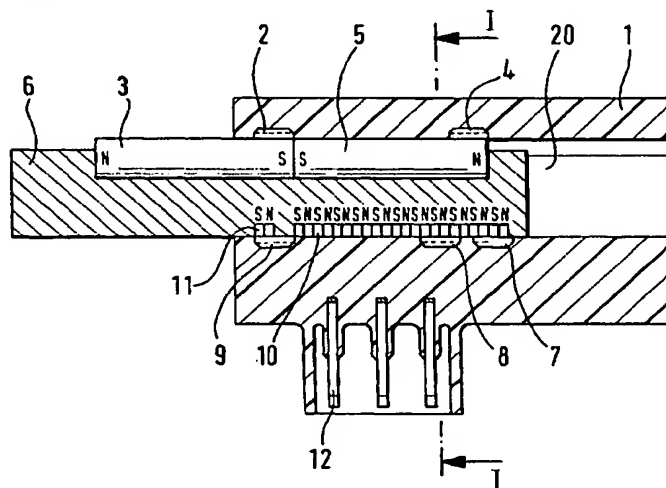
⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Abendroth, Manfred, Dr., 71672 Marbach, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 Vorrichtung und Verfahren zur Ermittlung einer Wegstrecke

⑤7 Vorrichtung zur Messung eines Weges, insbesondere eines Bremspedalweges bei einem Kraftfahrzeug, mit wenigstens einem analog arbeitenden Sensor (2, 4), der in Abhängigkeit von dem zu messenden Weg ein Analogsignal ausgibt, und wenigstens einem inkrementell arbeitenden Sensor (7, 8), der in Abhängigkeit von dem zu messenden Weg ein Impulsfolgensignal ausgibt, wobei das Analogsignal und das Impulsfolgensignal zur Bestimmung des zu messenden Weges zueinander in Beziehung setzbar sind.



DE 198 55 358 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Ermittlung einer Wegstrecke, insbesondere eines Bremspedalweges bei einem Kraftfahrzeug.

Wegsensoren werden beispielsweise bei elektrohydraulischen Bremsen für die Erfassung eines Bremspedalweges benötigt. Aus einem Wegsignal wird üblicherweise unter Berücksichtigung eines Hauptzylinderdrucksignals und eines Bremslichtschaltersignals ein Fahrerbremswunsch errechnet, und entweder als Sollbremsdruck oder als Soll-Fahrzeugverzögerung an die Stellglieder der Bremse weitergegeben und dort eingeregelt. Diese Bremswunscherfassung ist stark sicherheitsrelevant, und erfordert daher eine hohe Zuverlässigkeit des verwendeten Wegsensors.

Wegsensoren erfassen Wegpositionen üblicherweise über Schleifkontakte verwendende oder auch kontakt- und berührungslose Meßverfahren. Gebräuchliche Wegsensor-Typen sind beispielsweise induktiv arbeitende Tauchankersysteme, insbesondere Differentialtransformatoren. Auch potentiometrische Sensoren oder Hallensoren in Verbindung mit Permanentmagneten werden vielfach verwendet. Als inkrementelle Sensoren, welche als Signal eine Impulsfolge ausgeben, sind insbesondere Sensoren mit optischer Abtastung oder magnetischer Abtastung, insbesondere Hall- oder AMR-Elemente, einsetzbar. Auch digitale Wegsensoren mit absolut kodierten Maßstäben (optisch oder magnetisch) finden vielfach Verwendung. Nachteilig bei herkömmlichen Wegsensoren ist, daß diese nicht auf die Belange von Wegmessungen in sicherheitsrelevanten Systemen zugeschnitten sind. Die beispielsweise für Sensoren zur Erfassung des Bremspedalweges bei elektrohydraulischen Bremsen erforderliche Zuverlässigkeit und Genauigkeit ist nur mit sehr aufwendigen Sensoranordnungen bzw. Signalverarbeitungsschaltungen möglich.

Aus der DE-OS 196 25 058 ist eine Vorrichtung zur Ermittlung einer Drehrate mit einem ersten Sensorsystem, das ein von der Drehrate abhängiges Signal abgibt und nach einem ersten Meßprinzip arbeitet, mit Signalauswertmitteln, die aus dem zugeführten Signal die Drehrate ermitteln, bekannt, wobei zusätzlich ein zweites Sensorsystem vorgesehen ist, das ein von der Drehrate abhängiges Signal abgibt und nach einem zweiten Meßprinzip arbeitet, wobei die Signale des zweiten Sensorsystems den Signalauswertmitteln zugeführt werden und bei der Ermittlung der Drehrate mit berücksichtigt werden. Als erstes Sensorsystem ist hierbei ein elektronischer Kompaß, der ein Ausgangssignal liefert, das vom Erdmagnetfeld abhängig ist, und als zweites Sensorsystem eine schwingende Struktur vorgesehen, die ein von der Corioliskraft abhängiges Signal liefert.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Meßvorrichtung, mit der eine Wegstrecke, insbesondere ein Bremspedalweg bei einem Kraftfahrzeug, in einfacher und zuverlässiger Weise angebbar ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zur Ermittlung einer Wegstrecke mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch ein Verfahren zur Ermittlung einer Wegstrecke mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat den Vorteil, daß besonders zuverlässige und genaue Messungen durchgeführt werden können. Dabei ist besonders vorteilhaft, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung kostengünstig herstellbar ist, sowie die Tatsache, daß Plausibilitätsuntersuchungen ohne großen Aufwand möglich sind und ein quasi-redundantes System zur Verfügung steht, da bei Ausfall eines Signals stets ein weiteres Signal zur Verfügung steht. Erzielt werden diese Vorteile dadurch, daß eine Kombination von zwei unabhängigen Sensoreinheiten zur Messung von Weg-

strecken zu einem einzigen System durchgeführt wird, wobei die Kombination so erfolgt, daß die Nachteile der Einzelsysteme minimiert und die jeweiligen Vorzüge der Einzelsysteme wirksam werden. Die Ausgangssignale beider Sensorsysteme werden miteinander rechnerisch verknüpft, wobei die Verknüpfung in entsprechenden Signalauswertmitteln erfolgt, die beispielsweise als Mikroprozessor ausgebildet sind. Die erfindungsgemäße Vorrichtung genügt sowohl aus fertigungstechnischer als auch funktioneller Sicht den strengen Anforderungen an einen Pedalwegsensor.

Vorteilhafte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist diese zwei analog arbeitende Sensoren und/oder zwei inkrementell arbeitende Sensoren auf. Hiermit ist eine Redundanz zur Verfügung gestellt, welche auch bei Ausfall eines analog arbeitenden oder inkrementell arbeitenden Sensors eine rechnerische Verknüpfung eines Analogsignals und eines Impulsfolgensignals ermöglicht. Ferner können beispielsweise die beiden Impulsfolgensignale zum Erhalt eines eine höhere Auflösung aufweisenden Signals miteinander kombiniert werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der wenigstens eine analog arbeitende Sensor als ein mit einem Stabmagneten zusammenwirkendes Hall-Element ausgebildet. Derartige Sensoren sind sehr preiswert verfügbar und liefern zuverlässige und genaue Meßergebnisse. Ferner bauen Hall-Elemente sehr klein. Es wäre beispielsweise ebenso möglich, AMR-Sensoren (Anisotropie Magnetoresistance) zu verwenden.

Es ist ferner bevorzugt, daß der wenigstens eine inkrementell arbeitende Sensor als ein mit einer Reihe magnetischer Polwechsel zusammenwirkender Hall-Schalter ausgebildet ist. In dieser Weise ausgebildete Sensoren bauen ebenfalls klein und erweisen sich in der Praxis als sehr zuverlässig.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der wenigstens eine inkrementell arbeitende Sensor als optisch-inkrementelles Sensorsystem ausgebildet. Mit einem derartigen Sensorsystem können besonders hohe Auflösungen erreicht werden.

Zweckmäßigerweise ist der inkrementell arbeitende Sensor mit Mitteln zur Feststellung und/oder Erkennung einer Indexmarke, bezüglich welcher das Impulsfolgensignal definierbar ist, ausgebildet. Mittels einer derartigen Indexmarke ist eine besonders zuverlässige und genaue Messung eines Weges auf der Grundlage des Impulsfolgensignals angebbar. Ferner ist auch das Analogsignal in Bezug auf eine derartige Indexmarke definierbar.

Zweckmäßigerweise sind die Mittel zur Festlegung und Erkennung einer Indexmarke als ein mit einem magnetischen Polwechsel zusammenwirkender Hall-Schalter oder als optisch-inkrementelles Sensorsystem ausgebildet.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die Stabmagneten und die Polwechsel an einer Kolbenstange, insbesondere einer Druckstange eines Hauptbremszylinders des Kraftfahrzeugs, und die Hall-Elemente und Hall-Schalter an einem die Kolbenstange umgebenden Gehäuse angebracht. Hiermit ist eine besonders kompakt bauende Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung erzielbar.

Es wird bevorzugt, daß die inkrementell arbeitenden Sensoren so angeordnet sind, daß sie um 90° zueinander phasenverschobene Signalverläufe liefern. Derartige Signalverläufe sind in einfacher Weise rechnerisch zur Erzielung einer genauen Wegauflösung verarbeitbar.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungs-

gemäßen Verfahrens wird das wenigstens eine Analogsignal mittels des wenigstens einen Impulsfolgensignals kalibriert, wobei die Werte des Analogsignals jeweils Werten des Impulsfolgensignals zugeordnet werden.

Zweckmäßigerweise wird aus einer Abweichung zwischen den Werten des Analogsignals und des Impulsfolgensignals ein Korrekturwert für das Analogsignal ermittelt.

Zweckmäßigerweise erfolgt die In-Beziehung-Setzung von Analogsignal und Impulsfolgensignal unter Berücksichtigung einer Indexmarke des inkrementellen Signals.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zwei um  $90^\circ$  zueinander phasenverschobene inkrementelle Signale ermittelt, wobei auf der Grundlage dieser Signale ein Quadratursignal ermittelt wird. Ein Quadratursignal weist eine höhere Auflösung als die einzelnen inkrementellen Signale auf, so daß auf seiner Grundlage sehr genaue Wegbestimmungen möglich sind.

Zweckmäßigerweise wird nach einem Einschalten der erfindungsgemäßen Vorrichtung bis zur Erkennung der Indexmarke der zu messende Weg auf der Grundlage der Analogsignale ermittelt. Durch diese Maßnahme wird beispielsweise berücksichtigt, daß nach Einschalten der Zündung eines Kraftfahrzeuges das Bremspedal bereits betätigt sein kann, so daß es eine Sicherheitsmaßnahme darstellt, das inkrementelle Signal bis zur erstmaligen Erkennung der Indexmarke nicht zu verwenden bzw. als ungültig anzusehen.

Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens wird nun anhand der beigefügten Zeichnung im einzelnen erläutert.

In dieser zeigt

**Fig. 1** eine seitliche Schnittansicht einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Messung eines Weges.

**Fig. 2** eine Schnittansicht der Vorrichtung gemäß **Fig. 1** entlang der Linie I-I.

**Fig. 3** bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens auftretende Signale bzw. Signalverläufe.

In den **Fig. 1** und **2** ist mit **1** das Gehäuse einer Kolbenstange **6**, insbesondere einer Druckstange eines Hauptbremszylinders eines Kraftfahrzeugs, dargestellt. Die Kolbenstange **6** ist entsprechend einer Betätigung eines (nicht dargestellten) Bremspedals innerhalb des Gehäuses **1** verschiebbar.

Zur Erfassung der Position des Kolbens **6** innerhalb des Gehäuses **1** sind gemäß der in den **Fig. 1** und **2** dargestellten Ausführungsform verschiedene Sensorsysteme vorgesehen. Ein erstes Sensorsystem besteht im dargestellten Ausführungsbeispiel aus zwei analog arbeitenden Hall-Elementen **2, 4**, die durch Zusammenwirken mit zwei stabförmigen Magneten **3** und **5** zwei analoge Ausgangssignale liefern. Die Hall-Elemente **2, 4** sind hierbei in das Gehäuse **1**, und die stabförmigen Magneten **3, 5** in die Kolbenstange **6** integriert. Prinzipiell sind Empfindlichkeit und Linearität einer solchen Anordnung nach einer Anpassung von Magnetabmessungen und Hallparametern an den zu messenden Weg für die gestellten Anforderungen beispielsweise bei einer elektrohydraulischen Bremse geeignet. Die Magnete **3, 5** sind derart in die Kolbenstange **6** eingebaut, daß sich ihre gleichnamigen Pole, im dargestellten Ausführungsbeispiel beispielhaft die Südpole **S**, stirnseitig berühren. Durch die entsprechende Anordnung der analog arbeitenden Hall-Elemente **2, 4** entstehen bei Verschiebung der Kolbenstange **6** zwei gegenläufige Signalspannungsverläufe **U<sub>2</sub>**, **U<sub>4</sub>**, wie sie prinzipiell in **Fig. 3**, unten, dargestellt sind. Zweckmäßigerweise weisen die Hall-Elemente einen internen Verstärker auf, der so ausgelegt ist, daß die Signalspannungen in Ver-

bindung mit preiswerten Alnico-Magneten im Bereich zwischen 1 Volt und 4 Volt liegen, so daß eine weitere Verstärkung der Ausgangssignale der Hallsensoren nicht erforderlich ist. Die Einzellänge der stabförmigen Magnete **3, 5** ist zweckmäßigerweise so gewählt, daß sie größer ist als der maximal zu messende Weg der Kolbenstange **6** (Bremspedalweg).

Ein weiteres Sensorsystem ist im Unterschied zum ersten Sensorsystem als inkrementelles System ausgebildet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel besteht das zweite Sensorsystem aus Hall-Schaltern **7, 8**, welche mit einer Reihe von magnetischen Polwechseln **10** zusammenwirken. Die Polwechsel **10** sind, analog zu den zwei stabförmigen Magneten **3, 5** des Gehäuses **1**, integraler Bestandteil der Kolbenstange **6**. Sie sind vorzugsweise aus magnetisierbaren Kunststoffen hergestellt und als Streifen in die Kolbenstange **6** eingesetzt. Die Hall-Schalter **7** und **8** sind so angeordnet, daß sie in Verbindung mit der Reihe von magnetischen Polwechseln **10** zwei rechteckförmige Signalverläufe **A, B** liefern, die gegeneinander um  $90^\circ$  phasenverschoben sind, wie dies in **Fig. 3**, oben, dargestellt ist. Dies wird beispielsweise dadurch erreicht, daß der geometrische Abstand der magnetischen Zentren der Hall-Schalter **7, 8** ein  $n \cdot (0,5 \cdot a)$ -faches des Abstandes der magnetischen Polmitten beträgt (hierbei ist  $n$  eine ganze Zahl und  $a$  die Breite eines Polwechsels bzw. der Abstand der Polmitten). Es ist beispielsweise möglich, Polwechsel mit Mittenabständen von 1 mm herzustellen, so daß in einem solchen Falle beispielsweise der Abstand der Zentren der zwei Hall-Schalter **7, 8** 4,5 mm betragen kann. Mittels eines derartigen um  $90^\circ$  bzw.  $\pi/2$  phasenverschobenen Rechtecksignals kann (unter Ausnutzung bekannter Auswertetechniken) von einem Mikrokontroller **13** eine Erkennung der Bewegungsrichtung der Kolbenstange **6** durchgeführt werden. Wertet man zusätzlich die An- und Abstiegsflanken der zwei Rechteck-Impulsfolgen aus, erhält man pro Polwechsel vier Impulse (Quadratur). Es ist also bei einem Polabstand von beispielsweise 1 mm eine Wegauflösung von 0,25 mm erzielbar. Das Quadratur-Signal **Q**, wie es von dem Mikrokontroller **13** generiert und ausgewertet wird, ist in **Fig. 4**, Zeile **3**, dargestellt.

Ein weiterer Hall-Schalter **9** dient dazu, einen separaten Polwechsel **11**, der eine Indexmarke bildet, abzutasten (siehe **Fig. 3**, Zeile **4**, Signal **I**). Das inkrementelle Signal wird ausgehend von dieser Indexmarke definiert. Der inkrementelle Wegsensor liefert daher insgesamt drei Signalverläufe, nämlich die in **Fig. 3** dargestellten Signale **A, B, I**, die an den Eingang einer Auswerteschaltung bzw. des Mikrokontrollers **13** gelegt werden.

In der dargestellten Ausführungsform sind die stabförmigen Magnete **3, 5** integraler Bestandteil der Kolbenstange **6**, wobei sich die jeweils zugeordneten Hallsensoren **2, 4** in dem Gehäuse **1** der Kolbenstange **6** befinden, welches in dem Bereich der Magnete **3, 4** die Kolbenstange **6** umgibt. Das Gehäuse **1** kann so ausgebildet sein, daß es entweder eine Durchgangsbohrung aufweist, in der sich die Kolbenstange **6** bewegt, oder eine U-förmige Aussparung, mit der der Sensorblock auf die Kolbenstange **6** aufsetzbar ist. Zur Gewährleistung, daß die Hall-Elemente **2, 4** sowie die Hall-Schalter **7, 8, 9** lagerichtig zu den Magneten **3, 5, 10, 11** positioniert werden bzw. in der lagerichtigen Position verbleiben, ist eine Verdrehsicherung dadurch realisiert, daß die Außenkontur der Magnete **3, 5** über den Außendurchmesser der Kolbenstange **6** vorragt und in eine entsprechende Erweiterung **20a** der Durchgangsbohrung **20** eingreift (siehe **Fig. 2**). Durch diese Ausgestaltung der Magnete **3, 5** bzw. der Durchgangsbohrung **20** ist bei uneingeschränkter Verschiebbarkeit der Kolbenstange **6** innerhalb des Gehäuses **1** eine Verdrehsicherung gewährleistet, für welche keine zu-

sätzlichen Bauteile benötigt werden.

Das Gehäuse 1 ist ferner mit einer Aussparung ausgebildet, in welcher ein Verdrahtungsträger 14 und der Mikrorechner 13 einschließlich der zu seinem Betrieb erforderlichen Komponenten wie beispielsweise Spannungsregler, Quarz usw. aufgenommen sind. Der Mikrokontroller ist beispielsweise über Leitungen 12 mit einer Steuereinrichtung des Bremssystems verbunden.

Zur Erzielung höherer Auflösungen kann das inkrementelle Sensorsystem auch als optisch-inkrementelles System ausgebildet sein. In einem solchen Falle werden die Polwechsel 10 durch eine Lochreihe ersetzt, die sich in einem streifenförmigen Träger befindet, der seitlich aus der Kolbenstange herausragt. Die Abtastung dieser Lochreihe erfolgt beispielsweise mit einem Encoder-Baustein, wie er von der Firma Hewlett Packard (HEDS 97 02) realisiert wird. Mit derartigen Elementen können Auflösungen von 0,05 mm erzielt werden.

Es ist ferner möglich, mittels optisch-inkrementeller Systeme auch Indexmarken auszuwerten. Es sind auch Kombinationen magneto-inkrementeller und optisch-inkrementeller Systeme denkbar. Hierbei ist es beispielsweise möglich, das Impulsfolgensignal mittels optischem Encoder zu gewinnen und die Indexmarke durch einen magnetischen Polwechsel und entsprechendem Hall-Schalter zu realisieren.

Das inkrementelle Wegsensorysystem liefert nach Erkennung der Indexmarke ein sehr genaues Wegsignal. Dieses Wegsignal muß nicht kalibriert werden, da prinzipiell kein Offset und keine Nichtlinearitäten auftreten. Aufgrund der inkrementellen Arbeitsweise besteht auch keine Temperaturabhängigkeit des Wegsignals. Als nachteilig bei einer rein inkrementellen Arbeitsweise erweist sich jedoch bisweilen, daß bei Nichterkennen der Indexmarke keine absolute Wegposition ableitbar ist. Durch Kombination des inkrementellen Sensorsystems mit dem oben beschriebenen Analogsystem ist es jedoch möglich, wie weiter unten erläutert wird, diesen Nachteil zu eliminieren.

Das inkrementelle Wegsignal kann dazu verwendet werden, die zwei analog arbeitenden Wegmeßsysteme bzw. Sensoren 2, 4 zu kalibrieren. Zu diesem Zwecke wird in einer Startprozedur der Mikrokontroller 13, der die Sensorsignale auswertet, über entsprechende Software in einen Kalibriermodus geschaltet. Zur Durchführung der Kalibrierprozedur ist es erforderlich, die Kolbenstange 6 einmal über den gesamten zu messenden Weg zu betätigen. Dabei muß die Indexmarke 11 bzw. das Signal I des inkrementellen Systems erkannt werden. Beginnend mit dem Erfassen der Indexmarke werden die zwei Spannungswerte der analogen Hallsensoren 2, 4 über (nicht im einzelnen dargestellte) Analog-Digitalwandler in den Mikrorechner eingelesen. Hier wird ihrem jeweiligen Spannungswert ein Meßwert des inkrementellen Systems zugeordnet. Aus einer Abweichung zwischen den analogen Werten und den inkrementell bestimmten Werten wird ein Korrekturwert für die stark nicht-linearen analogen Wegsignale der Hallsensoren 2 und 4 errechnet, und beispielsweise in einer Tabelle in dem Mikrorechner 13 (EEPROM) abgelegt. Es ist ferner möglich, über einen (nicht dargestellten) Temperatursensor die Umgebungstemperatur der Vorrichtung zu messen. Mit dieser Größe kann der typische Temperaturgang der beiden analog arbeitenden Hallsensoren 2, 4 korrigiert werden, wenn dies aus Gründen der Minimierung des Meßfehlers erforderlich ist. Die Korrektur des Signals erfolgt in diesem Falle beispielsweise softwareseitig durch den Mikrorechner. Die dargestellte Kalibrierprozedur ist nur einmal, beispielsweise beim Einbau des Systems in das Fahrzeug, erforderlich. Voraussetzung für diese Art der Sensorkalibrierung ist eine bidirektional arbeitende Schnittstelle am Sensorausgang, wo-

bei vorzugsweise in diesem Fall eine CAN-Schnittstelle (Controller Area Network) zum Einsatz kommt.

Als Ergebnis der Kalibrierprozedur stehen für die Generierung des auszugehenden Wegsignals drei voneinander unabhängige Signale zur Verfügung, nämlich das korrigierte bzw. linearisierte Ausgangssignal des analog arbeitenden Hallsensors 2, das korrigierte bzw. linearisierte Ausgangssignal des analog arbeitenden Hallsensors 4 und das durch Quadratur und Zählung der Inkremente gewonnene Signal der drei Hall-Schalter 7, 8 und 9.

Eine typische Verwendungsmöglichkeit der erfindungsgemäßen Vorrichtung für einen Kraftfahrzeugbetrieb wird nun im einzelnen erläutert. Nach Einschalten der Zündung des Kraftfahrzeugs muß davon ausgegangen werden, daß das Bremssignal betätigt sein kann. In einem solchen Fall wird zunächst das Ausgangssignal des inkrementell arbeitenden Sensorsystems 8, 9, 11 als ungültig angesehen, weil die Indexmarke, welche die Voraussetzung für die Initialisierung des inkrementellen Systems ist, noch nicht erkannt worden ist. Aus diesem Grunde wird eines der beiden Ausgangssignale des analog arbeitenden Systems 2, 4 zur Generierung des Ausgangssignals des Wegsensors verwendet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird beispielsweise der analog arbeitende Hallsensor 2 ausgewählt. Dessen (mittels der oben erläuterten Kalibrierung linearisierte) Ausgangsspannung wird hierbei beispielsweise nach verschiedenen, noch näher zu erläuternden Plausibilitätsuntersuchungen, über die CAN-Schnittstelle ausgegeben.

Im weiteren Verlauf nach dem Einschalten der Zündung wird es einen Zeitpunkt geben, bei dem das Bremspedal gelöst wird. Durch entsprechende konstruktive Gestaltung der Anordnung des Hall-Schalters 9 bzw. der Indexmarke 11 ist im Falle des nichtbetätigten Bremspedals sichergestellt, daß die Indexmarke 11 durch den Hall-Schalter 9 sicher erkannt wird. Das Erkennen der Indexmarke 11 löst, insbesondere softwaregesteuert, ein Umschalten von dem analogen auf das inkrementelle Meßsystem aus, so daß im weiteren Verlauf ein Meßwert, der digital gewonnen wird und keinen Offset- bzw. Empfindlichkeitsfehler aufweist, über die CAN-Schnittstelle des Rechners ausgegeben werden kann.

Eine Einschränkung der Genauigkeit des digitalen Signals ist durch die erreichbare Auflösung des Wegsignals gegeben, welche durch den Abstand der magnetischen Polwechsel bestimmt wird. Es ist jedoch in der Regel davon auszugehen, daß eine Wegauflösung von 0,25 mm bei einer zu erfassenden Weglänge von 22 mm ausreichend ist. Eine derartige Auflösung ist mit Polmittenabständen von 1 mm und Erzeugung eines Quadratursignals erreichbar. Sollten die Anforderungen an die Wegauflösung höher sein, besteht beispielsweise die Möglichkeit, das inkrementelle Signal unter Zuhilfenahme eines der beiden analog erhaltenen Hallsignale zu interpolieren.

Neben der dargestellten Möglichkeit einer sehr genauen Wegerfassung bietet das erfindungsgemäße Sensorprinzip auch die Möglichkeit, voneinander unabhängige Wegsignale zur Erzielung einer Eigensicherheit des Systems zu nutzen. Es können beispielsweise in einer ersten Stufe die zwei analogen Ausgangsspannungen der Hall-Elemente 2, 4 in einem Differenzbild überwatcht werden. Bei Plausibilität der Differenz kann der Zählerstand des Inkrementalgebers mit einer der beiden analog vorliegenden Ausgangsspannungen der Hall-Elemente 2, 4 verglichen werden und auf diese Weise das Ausgangssignal des Sensors gültig gemacht werden. Auch bei Ausfall eines der drei Meßsysteme kann der Defekt erkannt werden. In diesem Fall kann über den CAN-Ausgang des Sensors eine Information abgesetzt werden, ohne die Verfügbarkeit des Sensors insgesamt zu beeinträchtigen.

Eine weitere Möglichkeit der Auswertung der erhaltenen Sensorsignale besteht darin, nur die analogen Wegsignale der Hall-Elemente **2, 4** auszuwerten und das digitale Signal zur Stützung dieser Analogwerte einzusetzen. Auch diese Vorgehensweise ist ohne zusätzlichen Hardwareaufwand über die Software des Mikrorechners **13** durchführbar.

Mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist ein selbstkalibrierender Wegsensor zur Verfügung gestellt, dessen Ausgangssignal weitestgehend linear und temperaturunabhängig ist. Dies wird dadurch gewährleistet, daß ein inkrementelles System zwei analoge Sensoren bezüglich Empfindlichkeit und Offset kalibriert, wobei die Kalibrierung des Sensors am Einbauort erfolgen kann. Die jeweiligen Ausgangssignale der verschiedenen Sensorsysteme der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden in einem Mikroprozessor miteinander verknüpft, wodurch sich die prinzipiell bedingten Einschränkungen der einzelnen Sensoren aufheben, so daß die Vorrichtung insgesamt den Sicherheitsanforderungen an ein Bremssystem Rechnung trägt. Es ist möglich, weitere Sensorsignale, beispielsweise ein Bremslichtschaltersignal oder ein Drucksensorsignal, in den Mikrorechner einzuspeisen und zusammen mit den Signalen der Einzelsensoren weiterzuverarbeiten.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Messung eines Weges, insbesondere eines Bremspedalweges bei einem Kraftfahrzeug, **gekennzeichnet durch** wenigstens einen analog arbeitenden Sensor (**2, 4**) der in Abhängigkeit von dem zu messenden Weg ein Analogsignal ausgibt, und wenigstens einen inkrementell arbeitenden Sensor (**7, 8**), der in Abhängigkeit von dem zu messenden Weg ein Impulsfolgensignal ausgibt, wobei das Analogsignal und das Impulsfolgensignal zur Bestimmung des zu messenden Weges zueinander in Beziehung setzbar sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie zwei analog arbeitende Sensoren (**2, 4**) und/oder zwei inkrementell arbeitende Sensoren (**7, 8**) aufweist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine analog arbeitende Sensor als ein mit einem Stabmagneten (**3, 5**) zusammenwirkendes Hall-Element (**2, 4**) ausgebildet ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine inkrementell arbeitende Sensor (**7, 8**) als ein mit einer Reihe magnetischer Polwechsel (**10**) zusammenwirkender Hall-Schalter ausgebildet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine inkrementell arbeitende Sensor als optisch-inkrementelles Sensorsystem ausgebildet ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der inkrementell arbeitende Sensor (**7, 8**) mit Mitteln (**9, 11**) zur Festlegung und Erkennung einer Indexmarke, bezüglich welcher das Impulsfolgensignal definierbar ist, ausgebildet ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Festlegung und Erkennung einer Indexmarke als ein mit einem magnetischen Polwechsel (**11**) zusammenwirkender Hall-Schalter (**9**) oder als optischinkrementelles Sensorsystem ausgebildet sind.
8. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Stabma-

gneten (**3, 5**) und die Polwechsel (**10, 11**) an einer Kolbenstange (**6**), insbesondere einer Druckstange eines Hauptbremszylinders des Kraftfahrzeugs, und die Hall-Elemente (**2, 4**) sowie die Hall-Schalter (**7, 8, 9**) an einem die Kolbenstange (**6**) umgebenden Gehäuse (**1**) angebracht sind.

9. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die inkrementell arbeitenden Sensoren (**7, 8**) derart angeordnet sind, daß sie um 90° zueinander phasenverschobene Signalverläufe liefern.

10. Verfahren zur Messung eines Weges, insbesondere eines Bremspedalweges bei einem Kraftfahrzeug, unter Verwendung einer Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit folgenden Schritten:

- Ermittlung wenigstens eines Analogsignals in Abhängigkeit von dem zu messenden Weg,
- Ermittlung wenigstens eines inkrementellen Signals in Abhängigkeit von dem zu messenden Weg, und
- In-Beziehung-Setzung von Analogsignal und inkrementellem Signal zum Erhalt eines sowohl das Analogsignal als auch das inkrementelle Signal berücksichtigenden, den zu messenden Weg darstellenden Signals.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das wenigstens eine Analogsignal mittels des wenigstens einen inkrementellen Signals kalibriert wird, wobei ausgehend von einer Indexmarke die Werte des Analogsignals jeweils einem Wert des inkrementellen Signals zugeordnet werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß aus einer Abweichung zwischen den Werten des Analogsignals und des inkrementellen Signals ein Korrekturwert für das Analogsignal ermittelt wird.

13. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß zwei um 90° zueinander phasenverschobene inkrementelle Signale ermittelt werden und auf der Grundlage dieser Signale ein Quadratur-Signal berechnet wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß nach einem Einschalten der Vorrichtung bis zur Erkennung der Indexmarke der zu messende Weg auf der Grundlage der Analogsignale ermittelt wird.

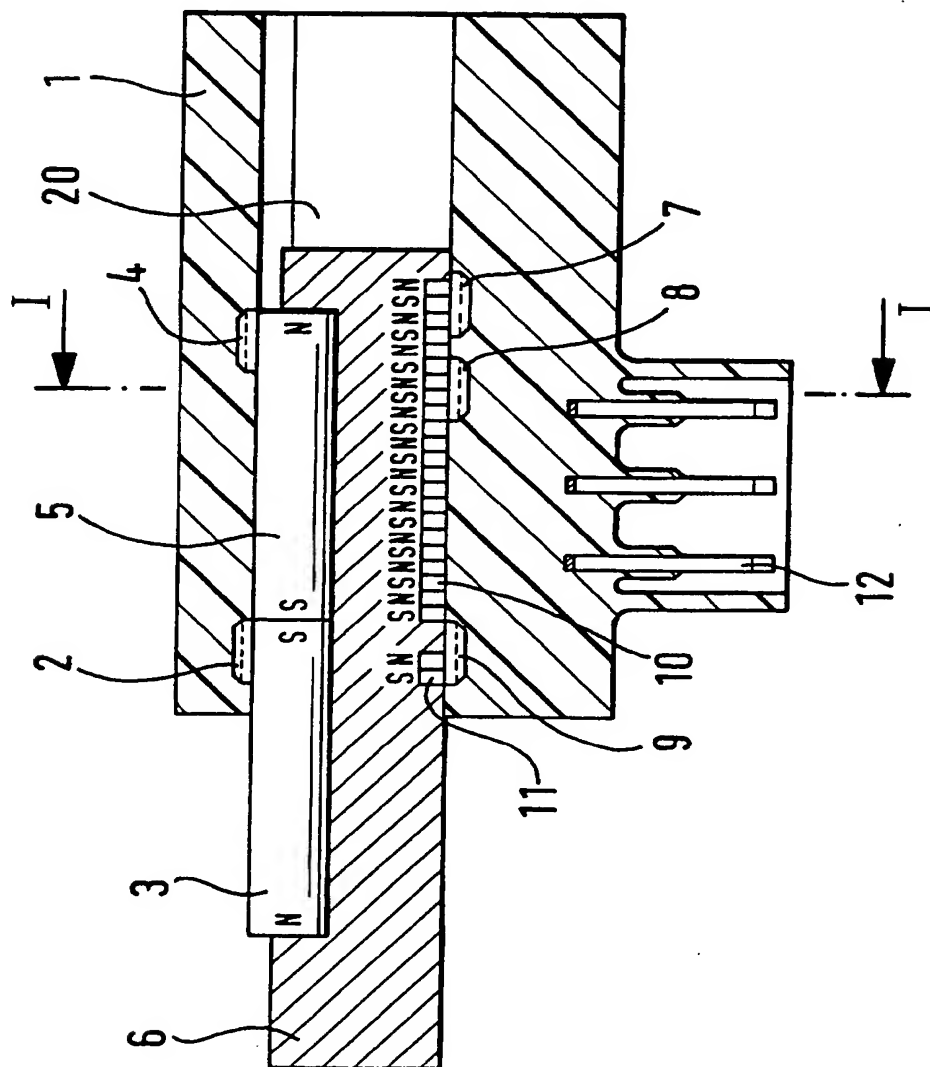
---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

FIG. 1



**FIG. 2**

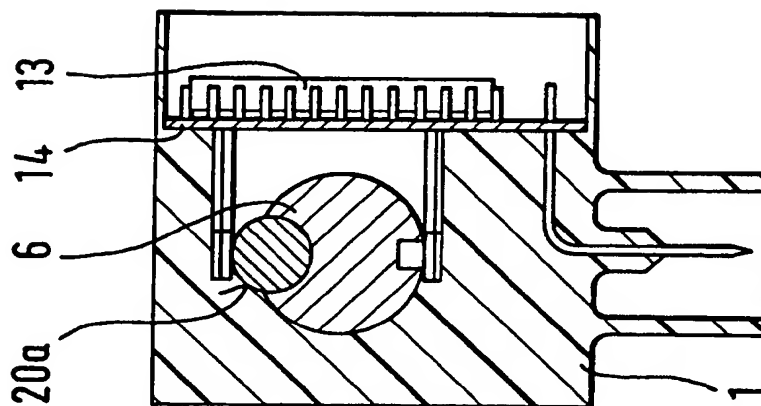


FIG. 3

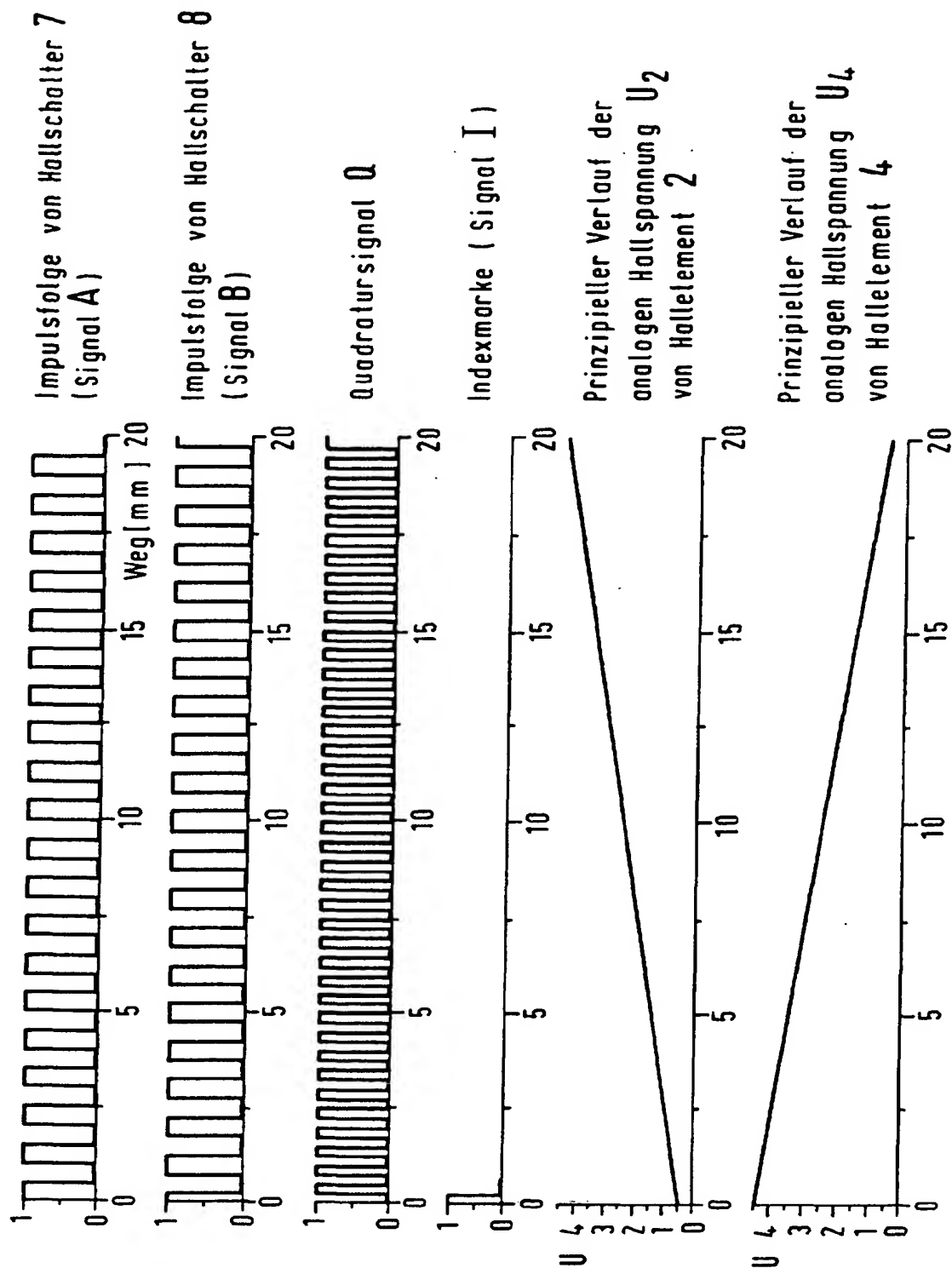




FIG. 1

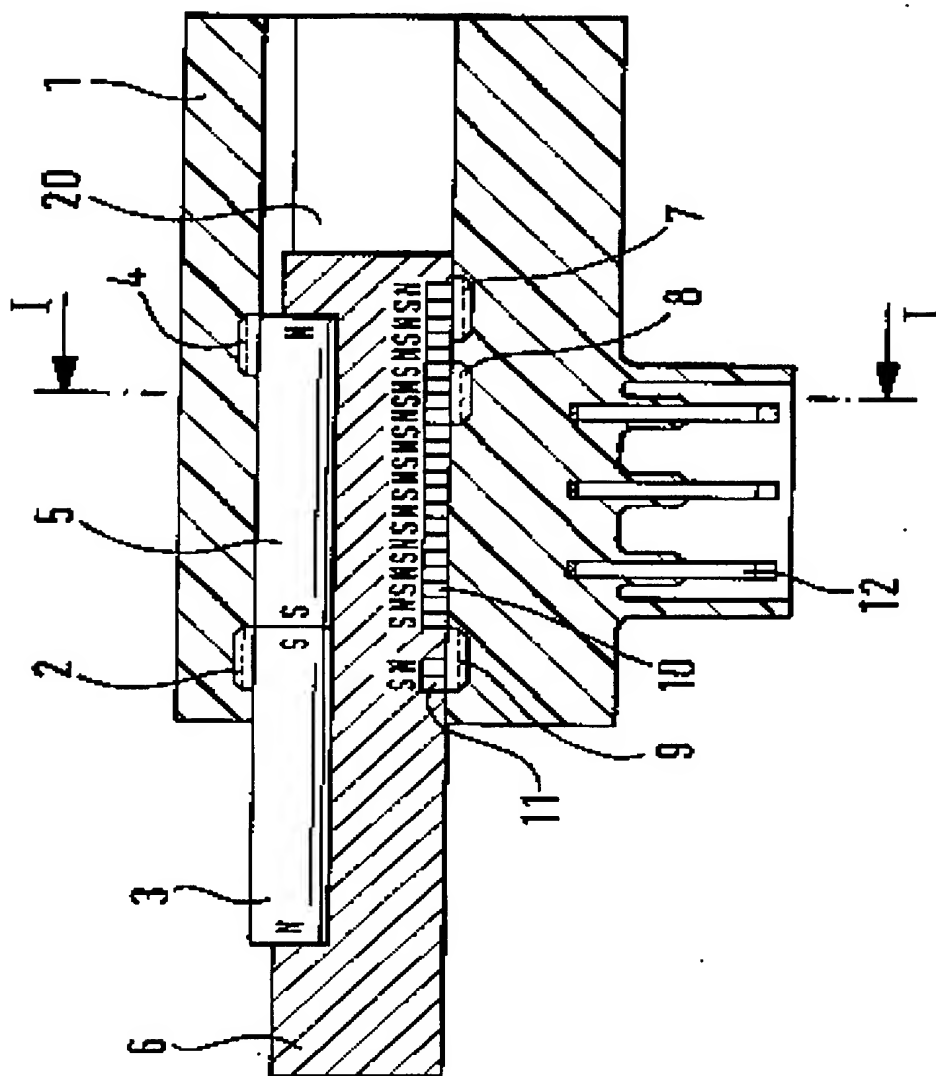


FIG. 2

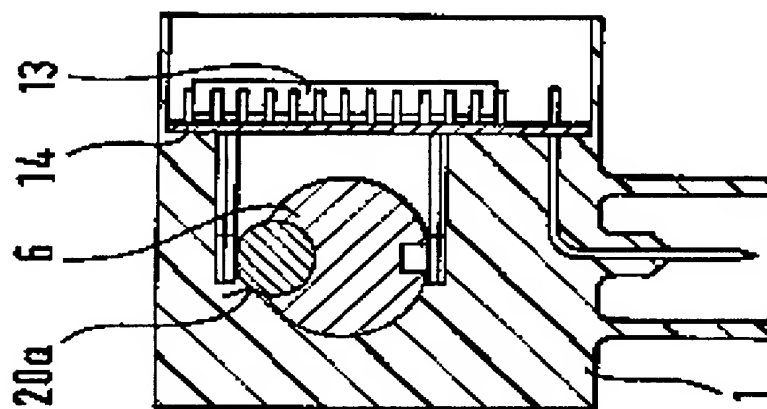


FIG. 3

